

贵州省喀斯特地区风电工程 水土保持措施设计要点

贺瑶, 谭伟, 曹双和

(中国电建集团 贵州电力设计研究院有限公司, 贵州 贵阳 550008)

[关键词] 水土保持; 水土流失; 措施设计; 风电工程; 喀斯特地区; 贵州省

[摘要] 风力发电将是可再生能源的主力军之一, 至 2025 年贵州省风电装机将达到 1 080 万 kW。贵州省位于我国南方喀斯特地区中心地带, 全境均属于水土流失中度敏感以上区域, 风电项目的建设会导致脆弱的生态环境进一步退化, 产生严重的水土流失, 因此设计植被措施、截排水工程、拦挡工程时, 标准应提高 1 级。结合相关规范、主体工程设计、项目区地质地理条件及水土流失状况, 确定贵州风电工程水土保持措施总体布局, 并明确各措施施工要点, 以减弱工程施工对喀斯特地区生态环境的影响, 实现风电项目建设与生态保护协调发展。

[中图分类号] S157 [文献标识码] B DOI:10.3969/j.issn.1000-0941.2024.11.022

[引用格式] 贺瑶, 谭伟, 曹双和. 贵州省喀斯特地区风电工程水土保持措施设计要点[J]. 中国水土保持, 2024(11): 89-91.

为实现国家明确提出的 2030 年“碳达峰”与 2060 年“碳中和”目标, 推动构建新型电力系统是国家低碳转型的重要举措, 风力发电将是可再生能源的主力军之一。截至 2023 年 4 月, 我国风电装机 3.8 亿 kW, 占全国发电装机总量的 14.3%。根据《贵州省新能源和可再生能源发展“十四五”规划》, 至 2025 年贵州省风电装机将达到 1 080 万 kW。风电工程在促进社会经济发展的同时, 带来的环境问题也不容忽视。风能资源丰富的区域一般地形陡峭, 为满足风机设备运输要求, 需在山顶、山腰等区域大挖大填, 会导致项目建设区域水土流失严重。笔者基于贵州喀斯特地区风电项目水土保持工作经验, 从设计前期工作准备、措施设计标准及措施设计 3 个方面阐述风电工程水土保持措施设计的要点, 以为同类项目水土保持措施设计提供参考。

1 概况

贵州省位于我国南方喀斯特地区中心地带, 喀斯特地形地貌分布广泛, 具有气候性干旱、土层浅薄、石漠化严重等特征, 其石漠化面积占比居全国首位^[1]。贵州省山高坡陡, 全省平均坡度达 21.72°^[2], 人类不合理的活动导致喀斯特地区脆弱的生态环境进一步退化, 产生严重的水土流失^[3]。研究表明, 贵州全境均属于水土流失中度敏感以上区域^[4]。据贵州省水土保持公报, 截至 2022 年全省水土流失面积达到 45 747 km², 占全省土地总面积的 25.97%。

2 设计前工作准备

风电项目一般包括风机、箱变、吊装场地、升压站、道路、集电线路(直埋及架空线路)及弃渣场等建设内容。水土保持措施设计是针对各水土流失防治区开展工程、植物及临时措施的设计。设计前, 应对项目周边同类项目水土保持措施进行实地调查, 了解各项措施效果, 扬长避短; 应详细了解项目主体设计各组成部分的平面及竖向布置图, 涉及土建内容的应明确主体设计尺寸或设计参数, 并复核主体设计是否满足水土保持要求。由此可见, 项目主体设计报告及设计图纸需达到初步设计深度, 才可编制项目水土保持方案。

3 措施设计标准

根据《贵州省水土流失重点预防区和重点治理区划分成果》, 确定贵州省风电项目区属于国家级或省级水土流失重点预防区或治理区, 或根据项目选址意见确定项目区位于水土保持敏感区时, 项目涉及的林草工程、截排水工程、拦挡工程设计标准应提高 1 级。

3.1 截排水工程设计标准

根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018—2014), 确定风电工程属其他设施, 坡面截排水工程等级为 3 级, 因此贵州风电工程坡面截排水工程等级提升 1 级后为 2 级, 排水工程设计标准按 3~5 a 一遇短历时暴雨设计, 截排水工程超高取 0.2 m。

3.2 弃渣场及拦挡工程设计标准

弃渣场级别根据堆渣量、最大堆渣高度, 以及渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度确定, 当 3 个

条件确定的弃渣场级别不一致时,取高级别;挡渣墙工程、排洪工程按弃渣场级别确定。根据工程经验,贵州风电工程弃渣场等级一般为 4 级或 5 级,挡渣墙工程级别及防洪标准见表 1。

表 1 贵州风电工程弃渣场挡渣墙工程级别及防洪标准(提升 1 级后)				
弃渣场级别	挡渣墙工程级别	排洪工程级别	防洪标准重现期/a	
			设计	校核
4	4	3	30~50	50~100
5	4	4	20~30	30~50

3.3 植被措施设计标准

《水土保持工程设计规范》(GB 51018—2014)中未对风电项目林草工程等级做出明确规定,参考“其他项目”为 3 级,因此提升 1 级后采用 2 级植被恢复与建

表 2 贵州风电工程水土保持措施总体布局	
防治分区	水土保持措施
风机及箱变区	施工前期,剥离表土,并堆放在空闲区域,采取临时拦挡和苫盖措施。施工后期,覆土回填,撒播灌草籽;对开挖边坡喷混凝土护坡,并在坡脚处设置植物槽,挂网,种植爬藤植物;对回填边坡采用框格植草护坡
道路工程区	施工前期,剥离表土,并堆放在空闲区域,采取临时拦挡和苫盖措施。施工中期,在坡高 3 m 以下的开挖边坡坡脚处设置植物槽,种植小青竹;在回填边坡区域布设临时苫盖和临时拦挡措施。施工后期,对道路下边坡及其他裸露区域覆土回填后,条播草籽,种植灌木;对坡高 3 m 以上的开挖边坡挂网喷播植草,在道路一侧布置排水沟,并连接至路面排水沟,排水沟出口处布设沉沙池,排水纵坡大于 10%时设置消能防冲措施
集电线路区	施工前期,剥离表土,并就近堆放在开挖电缆沟一侧。施工后期,对电缆沟开挖回填区域覆土回填,对施工占压区全面整地,撒播草籽
临时施工场地区	施工前期,剥离表土,并堆放在弃渣场库尾。施工结束后,覆土回填,撒播草籽
升压站区	施工前期,剥离表土,并堆放在弃渣场库尾。施工后期,在升压站周围布设排水沟,部分区域绿化;在高填方边坡布设方格截水骨架植草护坡
弃渣场区	堆渣前,剥离表土,就近堆放在弃渣场库尾,并在弃渣场下游布置挡墙。堆渣过程中,对表土堆放处的坡脚临时拦挡,并对临时堆土区临时苫盖。堆渣完毕后,覆土回填,对坡面条播草籽、种植灌木,对平台撒播草籽、种植乔木;在弃渣场马道一侧布设排水沟,沿弃渣场四周靠山体一侧布置截水沟,并将马道排水沟接至截水沟内,于截水沟末端设置沉沙池,顺接至挡墙外自然排水系统中

4.2 措施施工要点

4.2.1 工程措施

- 1)表土剥离。喀斯特地区表土资源稀缺,施工活动导致地表裸露,自然恢复时间长,因此对项目区开挖回填区的表土做到应剥尽剥,并集中堆置、保护,以便后期回覆。根据主体工程设计确定开挖回填区可剥离表土范围,再依据调查点表土量测结果确定表土可剥离厚度。注意调查点应均匀分布且涵盖各土地利用类型,以保证量测结果具有代表性。贵州喀斯特地区风电工程表土可剥离厚度一般为:灌木林地、有林地,20 cm;旱地,30 cm;其他草地,10 cm。另外,若施工扰动土壤层深度<20 cm,则其区域表土可不剥离。
- 2)覆土回填及土地整治。覆土回填区域为施工裸露区域及植被恢复区域,回填厚度按照《水土保持工程设计规范》(GB 51018—2014)中生产建设项目土地整治标准确定,覆土厚度为 10~30 cm。
- 3)截排水沟。截水沟宜采用梯形断面、水平布设,高差较大时应设置急流槽,并于排水沟连接处布设

设工程设计标准,即根据生态防护和环境保护要求,按生态公益林标准执行。

4 措施设计

4.1 措施总体布局

水土保持措施设计应符合国家、地方水土保持的有关政策法规,应结合项目区自然环境条件及工程建设特点,以及各防治分区水土流失状况,因地制宜确定各分区防治重点和措施。根据风电项目建设特点,将贵州风电项目区分为风机及箱变区、道路工程区、集电线路区、临时施工场地区、升压站区、弃渣场区 6 个水土流失防治分区,并因地制宜配置水土保持措施(见表 2)。

- 消能防冲措施。贵州风电工程排水沟一般设计为矩形,比降 $\geq 0.3\%$,底宽和深度 ≥ 0.40 m。根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018—2014),布设的截排水沟断面尺寸需满足设计流量、流速要求。浆砌石截排水沟一般采用 M7.5 浆砌石砌筑,衬砌厚 30 cm,M10 水泥砂浆抹面厚 2 cm,沟底铺垫 10 cm 厚碎石层后,浇筑 10 cm 厚 C30 混凝土。
- 4)沉沙池。沉沙池一般设置在排水沟出口处,用于沉积泥沙;或布设在排水沟坡度较陡,且与截排水沟连接处,用于消能防冲。沉沙池一般宽 1.0 m、长 2.0 m、深 1.2 m,池壁采用 M7.5 浆砌石砌筑,衬砌厚 30 cm,M10 水泥砂浆抹面厚 2 cm,池底铺垫 10 cm 厚碎石层后,浇筑 10 cm 厚 C30 混凝土。
- 5)挡渣墙。设计挡渣墙时,应根据弃渣场等级、挡渣墙工程级别及防洪标准,并结合弃渣场类型、弃渣堆置方案,以及弃渣场地形和弃渣物理性质等进行设计。贵州为多雨地区,应考虑长时间降雨条件下,堆渣场渣土饱水时力学参数降低的情况。根据《水利部办

公厅关于印发生产建设项目水土保持方案审查要点的通知》(办水保〔2023〕177号),4级及以上弃渣场应进行地质勘察,勘察要求详见《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T 51297—2018)。另外,设计挡土墙尺寸时,根据《国家建筑标准设计图集(17J008)挡土墙》,要综合考虑区域抗震设防烈度、填料内摩擦角、基底摩擦系数等因素,并要进行稳定性分析。

6)植物槽。植物槽一般设置在石质边坡下方,槽内回填表土,以供爬藤植物生长。植物槽挡墙一般高0.60 m、宽0.19 m、埋深0.20 m,采用砖砌(见图1)。植物槽可与排水沟一起砌筑,以减少地下部分的施工程量。

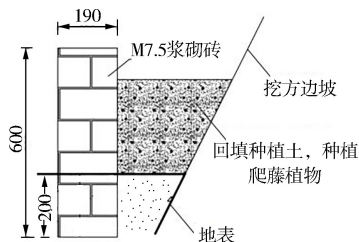


图1 植物槽示意(单位:mm)

4.2.2 植物措施

1)综合护坡。综合护坡是采用工程加植物措施的护坡方式,主要适用于坡高>8 m、不适于纯植物护坡,且不能按设计坡比放坡的开挖回填边坡,其坡比应缓于1:0.75,土壤侵蚀严重区域坡比应缓于1:1,主要包括土工格室植草护坡、浆砌片石骨架植草护坡等。综合护坡时,需在植被生长区回填10 cm厚表土,采用灌草种混播,草种可选用牛筋草、早熟禾等多年生草种,灌木可选用刺槐,混播灌草种量为41.2 kg/hm²。

2)挂网喷播植草。将泥土与灌草种(早熟禾、三叶草、刺槐,用量25 g/m²)及促使其生长的附着剂、木纤维、肥料、生长素、保湿剂和水,按一定比例混合搅拌后,覆盖于平整后的坡面上,确保覆盖厚度≥10 cm,之后覆盖无纺布或植物秸秆。根据边坡类型,选择挂网材料,土质边坡选择三维植被网,土石质边坡及全风化石质边坡选择镀锌铁丝网。采用生态护坡的边坡每级坡高不可大于8 m,大于8 m的应设置放坡平台,边坡坡比要缓于1:0.75。

3)其他植物措施。其他植物措施设计要点主要为植物类型的筛选,所选植物类型一般为当地原生树草种,草种应为多年生。贵州风电工程常用草类主要为牛筋草、早熟禾及三叶草,爬藤植物主要为爬山虎,乔木主要为杉木。种植规格:草种41.2 kg/hm²,爬山虎1株/m,灌木4 m×4 m、品字形种植。弃渣场区宜

采用草灌乔立体绿化;其他区域可单独撒播草种或草灌结合绿化。

4.2.3 临时措施

临时措施设计要点在临时拦挡设计。山区风电场大规模开挖时常出现渣土滑坡,导致治理难度及投入费用剧增,因此需开挖前在开挖区下方设置临时拦挡。山区风电场临时拦挡一般采用木桩竹篱拦挡方式,木桩直径需大于5 cm,施工时木桩要埋深0.5 m、出露地面1.5 m,桩间距0.5 m(见图2)。

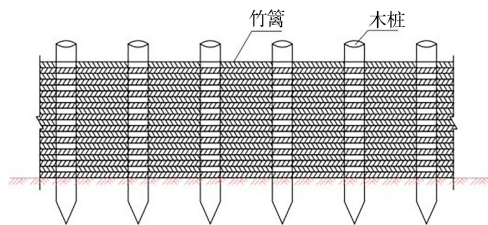


图2 木桩竹篱示意

5 结束语

风力发电已成新能源体系的重要组成部分,对促进经济社会发展具有重要意义。贵州喀斯特地区生态环境脆弱,地表扰动后,自然恢复期长,因此风电项目建设时应将水土保持措施设计与主体工程设计相结合,分区施策、多措并举,同时加强水土流失监测和监管,以减弱风电工程施工对喀斯特地区生态环境的影响,实现风电项目建设与生态保护协调发展。

[参考文献]

- [1] 苏维词. 中国西南岩溶山区石漠化的现状成因及治理的优化模式[J]. 水土保持学报,2002,16(2):29-32,79.
- [2] 陈美淇,魏欣,张科利,等. 基于CSLE模型的贵州省水土流失规律分析[J]. 水土保持学报,2017,31(3):16-21,26.
- [3] 曹建华,袁道先,章程,等. 受地质条件制约的中国西南岩溶生态系统[J]. 地球与环境,2004,32(1):1-8.
- [4] 凡非得,王克林,熊鹰,等. 西南喀斯特区域水土流失敏感性评价及其空间分异特征[J]. 生态学报,2011,31(21):6353-6362.

收稿日期:2024-01-10

第一作者:贺瑶(1995—),男,贵州兴义人,工程师,硕士,主要从事水土保持相关工作。

E-mail: 1558517663@qq.com

(责任编辑 张绪兰)